


## Comportamiento del plátano (*Musa* AAB Subgrupo plátano, cv. Hartón Gigante) sembrado a diferentes densidades de siembra en el Estado Yaracuy, Venezuela

Behavior of plantain (*Musa* AAB Subgroup Horn plantain), in high plant density at State Yaracuy, Venezuela

Gustavo MARTÍNEZ <sup>1</sup>, Geomar BLANCO<sup>2</sup>, Julitt HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, Edwuard MANZANILLA<sup>1</sup>, Alexis PÉREZ<sup>2</sup>, Rafael PARGAS<sup>1</sup> y Carlos MARÍN<sup>1</sup>

Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA). <sup>1</sup>Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Yaracuy (CIAE-Yaracuy). Venezuela.

E-mails: martinezgve@yahoo.es y gmartinez@inia.gov.ve  Autor para correspondencia

Recibido: 30/06/2008      Fin de primer arbitraje: 18/02/2009      Primera revisión recibida: 20/04/2009  
Fin de segundo arbitraje: 18/05/2009      Segunda revisión recibida: 20/05/2009      Aceptado: 22/05/2009

### RESUMEN

Para evaluar el comportamiento del plátano Hartón gigante sembrado a diferentes densidades de siembra en el estado Yaracuy, manejado por pequeños productores, cormos de Hartón Gigante, fueron sembrados en doble hilera intercalada con una y dos plantas por punto; y en hileras simples con una y tres plantas por punto. Las poblaciones, estudiadas (plantas/ha) fueron: 1458 (T1), 1750 (T2), 2916 (T3), 3300 (T4) y 1100 (T5), sistema tradicional. El experimento se ajustó a los requerimientos y labores tradicionales de la zona, y los tratamientos fueron evaluados durante dos ciclos, en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, por cuanto no se realizó poda de emparejamiento, y se realizó deshije tradicional. Se evaluaron las variables altura de planta (Ap), diámetro pseudotallo (Ds), número de hojas a la cosecha (nh), peso y largo del racimo (PR, Lr), número dedos y manos (nd,nm), largo y diámetro dedo (Ld, Dd), largo pedúnculo y raquis (Lp, Lr) y rendimiento por área sembrada (RAS). En el primer ciclo, las variables Ap, Ds, resultaron con diferencias altamente significativas, y los mayores valores corresponden con el T4. Mientras que el PR resultó con diferencias significativas, Observándose los mayores valores para los tratamientos T2 y T4. El RAS resultó con diferencias altamente significativas, y los T3 y T4, presentaron los mayores rendimientos (24,70 y 21,15t/ha respectivamente). Estos resultados guardan estrecha relación con el número de plantas cosechadas en los tratamientos, que fueron menores en aquellos de mayor densidad poblacional, debido al efecto de competencia interespecifica existente. Para el segundo ciclo, la cantidad de datos procesados fue mucho menor, evidenciándose el efecto negativo de altas poblaciones sin regulación de competencia.

**Palabras Clave:** Plátano, rendimiento, alta densidad.

### ABSTRACT

The purpose of this work was evaluate with small plantain producers of the Yaracuy state, the behavior of plantain (*Musa* AAB cv. Subgroup Horn plantain), in high plant density. Cormos of 'Hartón Gigante', were planted in both double row with one and two plants per site and single rows with one and three plants per site. The populations established were: 1458 (T1), 1750 (T2), 2916 (T3), 3300 (T4), y 1100 plant ha<sup>-1</sup> (T5), traditional system. The experiment was carried out considering the requirements and traditional labors of the productive zone, and the treatments were evaluated during two cycles in a randomized blocks design with 4 replications, therefore was carried with sucker removal traditional and pruning fitting. The following variables: number of leaves (nh), plant high (Ap), pseudostem diameter (Ds), weight and length of the bunches (Pr, Lr), number of fingers and hands (nd, nm), length and diameter of the fingers (Ld, Dd), length of the peduncle and rachis (Lp, Lr), and yield for sowed area (RAS) were evaluated. In the first cycle, highly significant differences were found for Ap and Ds, and the major values were to the highest density of sowing (T4). While, the PR was significant and the better values were to T2 y T4. Highly significant differences were also found for RAS and the T3 and T4 present the better yields were obtained (24.70 and 21.15 t ha<sup>-1</sup>, respectively). These results had narrow relationship with the number of productive plants harvested in the treatments, which were fewer in those with high-population densities, due to the effect of inter-specific competition. For the second cycle, the number datos process were minor, showed effect negative of high plant density without competition plants regulation.

**Key words:** Plantain, yield, high density.

## INTRODUCCIÓN

Durante muchas décadas, el clon 'Hartón gigante' (*Musa* AAB, Subgrupo plátano), eje principal de la producción de plátanos en Venezuela, ha sido explotado a través de sistemas tradicionales, utilizando bajas densidades de siembra; lo cual ha contribuido con los bajos valores del rendimiento promedio nacional reflejados en el año 2007, que corresponden a 8,6 t/ha (FEDEAGRO 2009).

Aún cuando en la zona sur del lago de Maracaibo, que aporta aproximadamente 70% del volumen total producido (Navas, 1997; 1999), se pueden encontrar rendimientos promedios entre 16 a 18 t/ha (Comunicación personal, Javier Ramírez, productor plátano Sur del Lago, Sector El Chivo), producto de modificaciones introducidas en el sistema tradicional; también es necesario señalar, la existencia de otras zonas, con condiciones agroclimáticas similares, que pueden contribuir con el volumen total de plátano producido en el país.

La zona del cinturón norte-oriental, del estado Yaracuy, presenta condiciones ideales para la explotación de este cultivo, y la mayor parte de la superficie sembrada, es manejada por pequeños productores a través de modelos tradicionales. En esta zona, dos factores han sido determinantes para el bajo rendimiento: El uso de bajas poblaciones de plantas por área de siembra y la incidencia de la enfermedad conocida como Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

Belalcázar, *et al* (2004), señalan, que para hacer uso más adecuado de la tierra y para aumentar la rentabilidad de los cultivos, se ha recurrido al empleo de prácticas agronómicas o cultivares altamente productivos. En el caso del plátano, se presenta una nueva alternativa, la cual está relacionada a la siembra de altas densidades, utilizando una, dos o tres plantas por punto, bajo una misma o diferentes distancias de siembra.

Cayón *et al.*, (2004), indicaron que se pueden obtener altos rendimientos por unidad de área, al lograr un uso mas eficiente de la luz solar, durante las etapas iniciales del crecimiento de los cultivos; y dicha eficiencia puede ser modificada mediante arreglos de siembra en cuadro o triángulo, así como por el manejo de las distancias entre plantas e hileras.

El uso de altas densidades de siembra,

presenta una serie de ventajas que contribuyen a elevar la producción y rentabilidad de las plantaciones (Belalcázar, 1991), y al ser acompañadas por otras prácticas agrícolas, representa una alternativa de producción ante la Sigatoka negra, al reducir la severidad de su ataque (Selvarajan *et al.* 2001).

Este trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de las altas densidades de siembra sobre el comportamiento del plátano Hartón gigante (*Musa* AAB Subgrupo plátano), manejadas por pequeños productores, en el estado Yaracuy, y su comparación con el sistema tradicional de siembra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el sector Las peñas, Municipio Marín, estado Yaracuy (zona centro-occidental del país), caracterizada por presentar humedad relativa de 79%, precipitación media anual de 1650 mm, temperatura media anual de 30 °C, suelo franco arenoso, y evidente presencia de sigatoka negra, en plantaciones cercanas.

Dicha investigación, se ajustó a los requerimientos y labores tradicionales utilizadas en la zona, razón por la cual se realizó el deshije tradicional (patrón madre-hijo-nieto) cada cuatro meses. En ese mismo período se procedió a la aplicación de 275 gr de fertilizante (40% urea y 60% KCL), basado en los análisis de suelo. Para el control de malezas se alternó, la forma manual con la química (aplicación de Diuron y Glifosato) durante los primeros cinco meses, y la eliminación de hojas secas colgantes (desbajado), se realizó cada 2 meses, con el fin de reducir la presión de inóculo de la Sigatoka Negra, presente en la zona.

Cormos de plátano Hartón Gigante, con aproximadamente 2,5 kg; fueron seleccionados y sembrados en doble hilera intercalada con una y dos plantas por punto; y en hileras simples con una y tres plantas por punto. Las poblaciones, estudiadas oscilaron de 1100 a 3300 plantas/ha, cuyo detalle se observa en el Cuadro 1.

En ninguno de los tratamientos evaluados se realizó aplicación de productos químicos para el control de esta enfermedad.

En el estudio, fueron evaluadas, durante dos ciclos consecutivos, las siguientes características: Altura de planta (cm) (Ap), Diámetro del seudotallo

(cm) (Ds), Número de hojas a la cosecha (nh), Peso (kg) y Largo del racimo (cm) (Pr, Lr), Número dedos y Manos (nd, nm); Largo (cm) y Diámetro (cm) del dedo (Ld, Dd), Largo del pedúnculo (cm) y del Raquis (cm) (Lp, Lr), se determinó el rendimiento por área sembrada (t/ha) (RAS) calculado al conocer el número de plantas cosechadas o efectivas en cada tratamiento.

El diseño de campo utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones para cada una de las densidades de siembra y dos repeticiones para el testigo, lo que hizo un total de 18 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida por 18 plantas.

Se realizó el análisis de la varianza basado en el modelo lineal aditivo para un bloque completo al azar con desigual número de repeticiones y la separación de medias se basó en la prueba de la Mínima Diferencia Significativa Honesta (MDSH) de Tukey a un nivel de  $p=0,05$ . Los datos fueron procesados y analizados mediante la hoja de cálculo electrónica Microsoft Excel©2003 y la aplicación estadística InfoStat P v 1.1 2002 de la Universidad Nacional de Córdoba República de la Argentina (InfoStat, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De todas las variables evaluadas en el experimento (Ap, Ds, Nh, Pr, Lr, nd, Nm, Ld, Dd, Lp, Lr, RAS) solamente la Ap, Ds, Pr y RAS.

Para el primer ciclo de cosecha, se detectaron diferencias altamente significativas, en las variables Ap y Ds y significativa en el PR. Cabe destacar, que estas variables presentaron valores del coeficiente de variación (0,99; 4,26 y 2,20, respectivamente) (Cuadros 2 y 3).

En la variable Ap, la prueba de media muestra varios grupos, donde los mayores valores fueron para el tratamiento de mayor densidad (3300 plantas/ha), seguido de 1750 plantas/ha. Se observó que los tratamientos 1100 plantas/ha y 2916 plantas/ha, presentaron comportamiento similar, en cuanto a los valores, con un diferencial numérico de 21,08 cm, y 21,15 entre 2916 plantas/ha y 1458 plantas/ha, siendo este último el tratamiento que reportó el menor valor; mientras que en los valores del Ds, las diferencias fueron de 1,97 cm entre 1100 plantas/ha y 2916 plantas/ha; y de 4,04 cm (Cuadro 4).

Cuadro 3. Efecto significativo de las densidades de siembra del plátano en la variable (Var) peso del racimo (kg) (PR). Se indica análisis de varianza a través del cuadrado medio, coeficiente de variación (CV) y media de cada variable.

Var	F de V	GL	C M	Pr > F
Pr	Trat	4	0,8732	0,0022*
	Rep	3	0,1786	
	Error	10		
	Total	17		
	CV (%)	2,20		
	Media	14,01		

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamiento	Densidad (plantas/ha)	Arreglo espacial
T1	1458	Hilera Doble, 3x1x3m a un(1)cormo/punto
T2	1750	Hilera Doble, 3x1x2, 5m, a un (1)cormo/punto
T3	2916	Hilera Doble 3x1x3m, a dos (2) cormos/punto
T4	3300	Hilera Simple 3x3m, a tres (3) cormos/punto
T5	1100	Hilera Simple 3x3m, a un (1) cormo/punto (Tradicional)

Cuadro 2. Efecto significativo de las densidades de siembra del plátano en las variables (Var) Altura de la planta (cm) (AP) y Diámetro del seudotallo (cm) (Ds). Se indica análisis de varianza a través del cuadrado medio, coeficiente de variación (CV) y media de cada variable.

Var	F de V	GL	C M	Pr > F	Var	F de V	GL	C M	Pr > F
AP	Trat	4	2048,23	0,0000**	Ds	TRAT	4	675,81	0,0000**
	Rep	3	61,18			REP	3	15,38	
	Error	10				ERROR	10		
	Total	17				total	17		
	CV (%)	0,99				CV (%)	4,26		
	Media	333,08				Media	47,65		

Céspedes y Suarez, (2004), observaron que la altura promedio de las plantas al momento de la floración fue mayor a medida que aumentó la densidad de siembra. Sin embargo, el perímetro del seudotallo y la altura de los hijos al momento de la cosecha no fueron afectados por la densidad de siembra.

Gómez *et al.*, (2004), al trabajar con poblaciones de plátano de 2000, 2500, 3000 y 3500 pl/ha, observaron, que la altura de las plantas, presentó los mayores valores, con las altas densidades, comportamiento relacionado con el efecto de competencia intraespecífica por el aprovechamiento de la luz, según varios autores (Cayón *et al.*, 1995; Pérez, 1994; Vargas, 1995).

Ventura y Jiménez, (2004), observaron que el perímetro del seudotallo estuvo influenciado por la distancia entre dobles hileras, mientras que la altura de la planta estuvo influenciada por la distancia entre plantas.

Con respecto a la variable PR, el mayor valor (14,61kg) fue para 1750 plantas/ha, seguido del valor de 14,44kg, para 3300 plantas/ha y el menor valor de 13,53 kg, para 2916 plantas/ha, existiendo entre el mayor y menor valor, un diferencial de 1,08 kg (Cuadro 5).

Varios trabajos coinciden en señalar que el peso del racimo es afectado en forma inversa al aumento de la densidad de siembra (Gómez *et al.* 2004, Céspedes y Suárez, 2004, Ventura y Jiménez, 2004). Adicionalmente Céspedes y Suárez, 2004, observaron que el aumento de la densidad de siembra puede afectar la cantidad de frutos por racimo de primera y segunda calidad.

Se puede apreciar que las densidades poblacionales de 1758, y 3300 plantas/ha, presentaron

los mejores pesos de racimo, por cuanto no se expresa un efecto directo de la competencia interespecífica. Este efecto solo podría considerarse, a través de los porcentajes de cosecha efectiva, resultantes de espacios más amplios, generados por la improductividad presentada por parte de las poblaciones de cada tratamiento.

Este espacio libre, al parecer permitió ventajas comparativas en el peso de racimo, y otros atributos de calidad (longitud y grosor del fruto, sin diferencias significativas en este trabajo), a los tratamientos con menor número de plantas cosechadas, pero a la vez mostró afectación del potencial en el Rendimiento por Área de Siembra de los tratamientos de mayor densidad de siembra, generada por el número de plantas existentes en las unidades de producción.

Al agrupar los datos de RAS, se observó una respuesta del sistema de altas densidades, superior al tradicional. El ANAVAR indica diferencias altamente significativas, entre los diferentes tratamientos, con un coeficiente de variación de 8,92%, y las pruebas de media señalan la existencia de 5 grupos, donde el valor mayor de 24,7t ha<sup>-1</sup>, fue para el tratamiento

Cuadro 5. Prueba de media de las variables peso del racimo (kg) (Pr). Se indican los tratamientos (Densidad), medias y grupos

Densidad (plantas/ha)	Medias	Grupos
1750	14,61	A †
3300	14,44	AB
1100	13,75	ABC
1458	13,75	BC
2916	13,53	C

† Letras iguales indican que no hay diferencia entre los tratamientos. Prueba (MDSH) de Tukey a un nivel de p=0,05.

Cuadro 4. Prueba de media de las variables altura de planta (cm) (Ap) y Diámetro del seudotallo (cm) (Ds). Se indican los tratamientos (Densidad), medias y grupos.

Var	Densidad (plantas/ha)	Medias	Grupo	Var	Densidad (plantas/ha)	Medias	Grupo
Ap	3300	358,61	A †	Ds	3300	61,25	A †
	1750	345,17	B		1750	57,42	A
	1100	343,33	B		2916	52,53	B
	2916	322,25	C		1458	50,56	B
	1458	300,11	D		1100	46,52	C

† Letras iguales indican que no hay diferencia entre los tratamientos. Prueba (MDSH) de Tukey a un nivel de p=0,05.

2916 plantas/ha, seguido por los tratamientos 3300, 1750 y 1458 plantas/ha, mientras que el valor más bajo (15,1 t/ha), fue para 1100 plantas/ha, existiendo una diferencia numérica de 9,6t ha<sup>-1</sup> (Cuadros 6 y 7).

Razones que justifican la evaluación de un segundo ciclo de producción bajo la modalidad de sistemas de altas densidades de siembra, la no aplicación de un deshije severo, que permita la regulación de la competencia entre plantas, y menos aun la aplicación de la técnica de poda de emparejamiento, para evitar heterogeneidad en la tasa de crecimiento de las plantas sembradas a mas de una por punto de siembra.

Radulovich y Karremans, (1993), señalaron que para lograr resultados pertinentes y transferibles, la investigación en sistemas de producción de pequeños productores, debe no solo realizarse en fincas sino también bajo manejo de los pequeños productores, sobre todo cuando se realiza investigación sobre alternativas tecnológicas para pequeños productores.

Al relacionar los valores del RAS de cada tratamiento, indicado en la prueba de media en el Cuadro 7, con el peso del racimo promedio de cada tratamiento, se podrá obtener el número de plantas

cosechadas efectivas (Cuadro 8). Este último valor al dividirlo en la densidad de cada tratamiento indica el porcentaje, que permite relacionar el fenómeno de competencia ocurrido y su consecuencia en el peso del racimo y calidad de fruto.

Aun cuando 1100 plantas/ha, no presento diferencias con los tratamientos en cuanto al peso de racimo, el uso de altas densidades de siembra marcó la diferencia, debido que contribuyen a elevar la producción de las plantaciones; representada por el testigo (15,1 t/ha).

Es de esperar que el valor obtenido para 1750 plantas/ha, con menor número de plantas cosechadas/ha, (1425) que 1458 plantas/ha (1458 plantas cosechadas/ha), calificara con mejor peso de racimo (14,61kg), existiendo una diferencia de 0,86 kg. Se observa además, que 1100 plantas/ha, presenta un efecto diferente, aun con la menor población efectiva cosechada (1100 plantas cosechadas/ha), bajando el peso a 13,75kg, similar con 1458 plantas/ha (13,75kg) con más de 30% de población efectiva que este. Sin embargo, 2916 plantas/ha con 1825 plantas efectivas cosechadas/ha, parece explicar su bajo peso (13,53kg), el menor de todos, al observarse que se corresponden con 100% de plantas cosechadas, relacionado con la competencia existente.

Cuadro 6. Análisis de varianza, al nivel 0,05% para el Rendimiento por área sembrada (t/ha). Se indican los tratamientos (Trat), repeticiones (Rep), medias y Coeficiente de variación (CV).

Fuente de Variación	GL	Cuadro Medio	Pr > F
Rep	3	1,126	0,2589
Trat	4	30,328	0,0000**
Error	10	0,720	
Total	17		
CV (%)	4,17		
Media	20,36		

Cuadro 7. Pruebas de medias para el rendimiento por área sembrada (t/ha).

Densidad (plantas/ha)	Medias	Grupos
2916	24,70	A †
3300	21,15	B
1750	20,82	B
1458	20,05	B
1100	15,06	C

† Letras iguales indican que no hay diferencia entre los tratamientos. Prueba (MDSH) de Tukey a un nivel de p=0,05.

Cuadro 8. Valores del rendimiento por área sembrada (t/ha) (RAS) y su relación con el peso del racimo (kg), densidad poblacional, número de plantas cosechadas y porcentaje de plantas cosechadas.

Densidad (plantas/ha)	Valor RAS	Peso medio racimo	Densidad poblacional	Plantas cosechadas/ha	Porcentaje Plantas/cosecha
1458	20,05	13,75	1458	1458	100,0
1750	20,82	14,61	1750	1425	81,4
2916	24,70	13,53	2916	1825	61,7
3300	21,15	14,44	3300	1465	44,4
1100	15,10	13,75	1100	1100	100,0

Adicionalmente, se observa que 3300 plantas/ha con el segundo mejor peso de racimo (14,44kg), tratamiento de mayor población inicial, pero con el menor porcentaje de cosecha efectiva 44,4% de 3300 (1465 plantas efectivas/ha), presentó un valor similar a 1750 plantas/ha (1425 plantas efectivas/ha), lo cual puede ser atribuido al efecto de “competencia inducida para la calidad de la producción”, y que explicaría que ambos tratamientos superaran el peso de 2916 plantas/ha.

Delgado *et al.*, (2008), al evaluar altas densidades de plátano, observo que la masa promedio de racimos y frutos, bajo las condiciones ecológicas y de manejo en el estado Barinas, Venezuela respondieron al incremento de la densidad de siembra, obteniendo incremento en 115,68% de la masa de racimos.

El empleo de la alta densidad de siembra a 2500 plantas/ha, con un hijo y a un ciclo de producción, permitió obtener una mayor cantidad de racimos por superficie, mayor masa de los racimos, frutos de mayor masa, plantas con mayor circunferencia de pseudotallo y mayor número de hojas a floración y cosecha con relación al sistema tradicional (Delgado *et al.*, 2008).

Ventura y Jiménez, (2004) señalaron que la distancia entre dobles hileras y entre plantas influyeron en el rendimiento en tonelada por hectárea. A medida se disminuyen estas distancias, se incrementan los rendimientos.

Céspedes y Suarez, (2004), indican que la densidad de siembra de 2500 plantas/ha, es la más adecuada para producir plátanos sin que se afecte la calidad de los mismos (largo y grosor de los dedos). Los componentes del rendimiento, número de manos por racimo, perímetro de los dedos centrales de la segunda y última manos y largo de los dedos de la última mano no resultaron influenciados por la densidad de siembra.

Cayón *et al.* (1995), indican que los sistemas de altas densidades, las plantas deben ajustar su comportamiento fisiológico a condiciones de mayor competencia inter-específica, por luz, agua y nutrientes. En estas condiciones, la tasa de fotosíntesis y transpiración son menores, al existir mayor número de hojas sombreadas que realizan ambos procesos a menor intensidad de radiación, lo cual debe ser considerado al tratar diferentes tipos de

arreglos espaciales o la forma y disposición de las plantas en altas densidades de siembra en el campo.

Es lógico esperar, que el mayor volumen de producción de frutas se origine con las mayores densidades de siembra, pero muchos componentes del rendimiento son afectados. Varios autores, indican que las bajas densidades producen racimos de mayor peso y tamaño, y al aumentar la población aumentan los rendimientos en términos de volumen total, disminuyendo el peso del racimo, número de dedos y manos, tamaño de dedos y racimo; lo cual demuestra que hay una compensación entre los componentes del rendimiento total y la calidad expresada en el número promedio de dedos por racimo, peso y tamaño del racimo y dedos (Alejo *et al.*, 1986; Belalcázar, 1991; Cayón *et al.*, 1995; Montenegro, 1995).

No obstante, las diferencias encontradas en este experimento, pueden ser atribuidas o relacionadas con las variaciones en el porcentaje de plantas cosechadas en el área de siembra y relacionadas con el valor del RAS.

Es necesario señalar que este experimento se ajustó a los requerimientos y labores tradicionales utilizadas en la zona y por el productor, con la finalidad de introducir modificaciones al sistema manejado por ellos, basado en propias experiencias, a fin de obtener una relativa equidad para el equilibrio físico y nutricional de plantas establecidas muy próximas entre si.

Este es el caso de los tratamientos 2916 y 3300 plantas/ha, cuya siembra múltiple /sitio, requiere de dicho manejo, lo cual origina el bajo porcentaje de plantas cosechadas y su relación con los pesos de racimos obtenidos.

Para el segundo ciclo, la existencia de una sobrepoblación de plantas en cada punto de siembra, en los tratamientos con altas densidades, conllevo a niveles de competencia extremadamente altos, que afectaron, de manera drástica, todas las variables evaluadas.

En aquellos casos con 2 y 3 plantas por punto de siembra, al ser sometido al régimen de deshije tradicional (madre-hijo-nieto), origina que en cada uno de ellos, existieran 6 y 9 individuos, en competencia por agua, luz y nutrientes, en una superficie reducida. Esta situación ocasiona gran cantidad de plantas caídas, y consecuentemente,

perdidas de datos, razón por la cual se usa para la comparación de ambos ciclos los valores promedios por tratamiento, y demostrarle a los productores las virtudes de los sistemas de alta densidad para un primer ciclo, con régimen de manejo anual.

El peso de racimo fue afectado drásticamente en los tratamientos con altas densidades de siembra y, los pocos valores obtenidos originaron valores promedios del RAS de 9,5 y 11 t/ha, en los tratamientos 3300, 2916 y 1750 plantas/ha. Para los tratamientos de baja densidad poblacional (1100 y 1458 plantas/ha), el valor del RAS osciló entre 12 y 13 t/ha, superior al resto de los tratamientos.

Esta respuesta, es la base fundamental para la implementación de un manejo especial a este tipo de sistema, donde deberá de tomarse en cuenta la eficiencia de prácticas culturales, como fertilización, riego, desbajado, deshije, entre otras.

Los resultados nos indican, la necesidad de adoptar un régimen de deshije severo o por lo menos regular la competencia de manera directa, por cuanto, es contraproducente el uso del deshije tradicional. Lo cual, nos conduce a otra alternativa, como manejo anual del cultivo, y no como cultivo perenne o semiperenne.

Con respecto a las mejoras o beneficios obtenidos por el productor al implementar este tipo de siembra, se requiere de un análisis económico especial, no obstante, de manera general se puede indicar, que al considerar el costo o venta a nivel de finca de 0,70 BsF/kg, se puede obtener excelente respuesta a los beneficios percibidos por los productores en comparación con sistemas de bajas densidades que pueden ser apreciados en el Cuadro 9.

Delgado *et al.*, (2008), señalaron que al obtener una mayor masa del fruto y mayor número de frutos por unidad de superficie, se origina mayor

Cuadro 9. Relación ganancia bruta expresada en Bolívars (BsF) y Dólares (\$) para cada valor del RAS y tratamiento.

Densidad (plantas/ha)	Valor RAS (t/ha)	Ganancia bruta	
		Bolívars (BsF)	Dólares (\$)
1458	20,05	14035	6527,91
1750	20,82	14574	6778,61
2916	24,70	17290	8041,86
3300	21,15	14805	6886,05
1100	15,10	10570	4916,28

rendimiento, lo que generó mayor ingreso para el pequeño productor. Los frutos de mayor masa obtuvieron un mejor precio de venta, lo cual contribuyó a mejorar el ingreso familiar.

Gómez *et al.*, (2004), de igual manera, señalan que la evaluación económica, en los resultados obtenidos en su trabajo, indica que el costo variable total asociado a cada densidad presenta un incremento progresivo a medida que aumenta el número de plantas/hectárea. En cuanto al análisis de beneficios brutos y netos, se desprende desde el punto de vista económico la densidad de siembra que ofrece mayores niveles de beneficio es 3.500 plantas/ha, seguida por 2500 y 3000 plantas/ha. Sin embargo, esto no es concluyente ya que el análisis económico requerirá realizar ensayos adicionales, debido a la sequía durante el desarrollo del ensayo que afectó en aproximadamente 60% los rendimientos

Céspedes y Suarez, (2004), indican que los costos unitarios disminuyen al aumentar la densidad de población. La producción y los beneficios netos incrementaron con el aumento de la densidad de siembra.

Adicionalmente, en relación a la presencia y comportamiento de la Sigatoka negra en el área bajo estudio, aun cuando no se realizó conteo de la población del patógeno; su presencia fue constatada a través de aislamientos hechos en laboratorio a partir de muestras tomadas en plantas con síntomas típicos de la enfermedad. Observaciones adicionales de campo, indican que las altas poblaciones, aun cuando era evidente la incidencia de la enfermedad en la zona y en el experimento, las fuertes manchas y necrosis, se desarrollaban al máximo en las porciones de la lamina foliar donde incidían directamente la luz solar, mientras que en el dosel de sombra, el desarrollo de estas manchas fue limitada.

Delgado *et al.*, (2008), señalan que existe una mayor preservación del ambiente al no usar productos químicos para el control de Sigatoka Negra, en sistemas de altas densidades, y por lo tanto una reducción en los costos por esta actividad.

Céspedes y Suarez, (2004), indican que la densidad de siembra no tuvo efecto sobre la severidad de la enfermedad durante el período de crecimiento ni sobre las hojas funcionales al momento de la cosecha. Se registró un aumento en el total de hojas funcionales al momento de floración, a medida que se



incrementó la densidad de siembra a partir de las 2500 plantas/ha.

Se considera que el cultivo del plátano es mas afectado debido, que el sistema es de baja tecnología y baja inversión en insumos (Gómez *et al.* 2002). Martínez *et al.*, 2000, señala que las mayores perdidas en siembras comerciales de plátano y bananos se originan en fincas o parcelas donde no se realizan eficientemente medidas de control y manejo agronómico (control de malezas y de plagas, desbajado, fertilización acorde a los requerimientos de estos cultivos, riego y drenaje, entre otras), lo cual ha contribuido con los bajos valores críticos de producción a nivel nacional.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tratamiento de mayor densidad de siembra (3300 plantas/ha) tuvo los mejores valores estadísticos de altura (358,61cm), perímetro del pseudotallo (61,25cm) y similitud estadística al tratamiento de 1450 plantas/ha, ambos superiores a los demás en el peso del racimo. Este efecto en el peso, se atribuye a la perdida significativa de población por competencia extrema, ocurrida a la mayor densidad, lo que facilitó mejores condiciones espaciales a las plantas que superaron la competencia.

En el primer ciclo de producción, los mejores rendimientos por área de siembra fueron obtenidos con los tratamientos de 2916 y 3300 plantas/ha, con 24,70 y 21,15 t de fruta/ha, respectivamente, presentando un incremento de hasta 61% respecto al testigo que produjo 15,1 t/ha.

Las densidades con los arreglos en hilera doble (3x1x3m), a 2 plantas por sitio e hilera simple 3x3m a 3 plantas por sitio, presentaron el comportamiento de mayor potencial productivo. Sin embargo, es necesaria la introducción de correctivos, relacionados con la población, la disposición de las plantas en el espacio y la continuidad de los ciclos de cosecha, debido que los sistemas de altas densidades de siembra requieren de un deshije severo, ajustado al concepto de manejo anual del cultivo.

### LITERATURA CITADA

- Alejo, R.; N. Rodríguez y J. Sosa. 1986. Influencia de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del clon plátano Vianda «Cemsa 3/4» en un suelo ferralítico rojo. Ciencia y Tecnología en la agricultura. Viandas Tropicales. Cuba 9 (2): 51-70.
- Belalcázar S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica # 50. 376 pgs. Editado por INIBAP.ICA. CIID. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Belalcázar, S.; F. Rosales y J. Espinoza. 2004. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. p. 55-63. En: Francia. Rivas y F. Rosales (Eds.). Memorias del Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka Negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos, INIBAP, Montpellier, Francia.
- Cayón G.; J. Lozada y S. Belalcázar. 1995. Respuesta fisiológica del plátano 'Dominico Hartón' en altas densidades de siembra. Mejoramiento de la producción del plátano. CORPOICA/ICA. IDRC.CIID. INIBAP.INPOFOS. pp.112-117.
- Cayón, G.; L. Valencia, H. Morales y A. Domínguez. 2004. Desarrollo y producción del plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. Agronomía Colombiana 22 (1): 18-22.
- Céspedes, C. y P. Suárez. 2004. Evaluación de sistemas de cultivo de plátano (*Musa* AAB) en alta densidad con un manejo integrado de la sigatoka negra, Musáceas. Resultados de investigación. IDIAF. República Dominicana. pp. 63-80.
- Delgado, E.; N. Gómez, O. González y C. Marín. 2008. Evaluación a nivel de finca del efecto de la alta densidad de siembra en plátano (*Musa* AAB cv. Subgrupo plátano Hartón), municipio Obispo, Barinas, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 25: 603-616.
- Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). 2009. <http://www.fedeagro.org/comercio/default.asp> (visitada marzo, 2009).
- Gómez, M.; J. González, J. Ortiz, M. Aguilar y J. Sandoval. 2002. Generación de banano transgénico conteniendo genes antifúngicos para conferir resistencia contra la sigatoka negra. ACORBAT. Colombia. Proceedings. pp 114-117.



- Gómez, C.; G. Surga, R. Rumbos, V. Trujillo, H. Rosales y J. Vera. 2004. Evaluación de cuatro densidades de siembra en doble hilera para plátano (*Musa* AAB cv. Hartón) en la zona sur del lago de Maracaibo, durante el primer ciclo de cosecha. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 21 Supl. 1: 262-269.
- InfoStat 2002. InfoStat, versión 2002. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Martínez, G.; J. Hernández y A. Aponte. 2000. Distribución y epidemiología de la sigatoka negra en Venezuela. Serie C. Numero 48. FONAIAP / FUNDACITE-GUYANA. 50 p.
- Montenegro, O. 1996. Evaluaciones de 3 distancias y 2 densidades de siembra en banano bocado en el centro de Tolima, Colombia. Frutos de investigación agrícola. Región 6. 1994-1996. CORPOICA. 57 p.
- Navas C. 1997. El Plátano, su cultivo en Venezuela. Ediciones Astro Data. Maracaibo. 122 p.
- Navas C. 1999. El comercio del plátano y el banano. I Seminario Venezolano sobre plantas agámicas tropicales. Maracay. Memorias. p 21-25.
- Pérez, L. 1994. Altas densidades de población en plátano (*Musa* AAB, cv "Currare venezolano"). XI Reunión Memorias-ACORBAT. 1994. San José. Costa Rica. p. 701-711.
- Radulovich, R. y A. J. Karremans. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas. CATIE, 95 p.
- Selvarajan, R.; S. Sathiamoorthy, S. D. Pandey and D. Dhanasekar. 2001. Incidence of Sigatoka leaf spot disease in relation to different plant densities in cultivar robusta. *South Indian Horticultural* 49: 43-46.
- Vargas, A. 1995. Validación de tecnología de producción para alto rendimiento en el cultivo del plátano Curraré o Falso Cuerno (*Musa* AAB) en el Atlántico de Costa Rica. Primera Cosecha. CORBANA 20 (43): 28-31.
- Ventura, G. y R. Jiménez. 2004. Evaluación de sistemas de siembra y distancia entre plantas en la producción orgánica de banano (*Musa* AAA cv. Gran Enano) en República Dominicana. p. 23-31. En: J. Orozco, M. Orozco, y J. Hernández (Eds.). Memorias XVI Reunión Internacional de ACORBAT, Oaxaca, México.